中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 49(4): 81～88 (2000)

台灣主要柑橘有機施肥之效益評估[1]

潘德芳　葉節耀[2]

摘要：果樹栽培中，有機肥料一直用來改善柑橘果實品質。尤其，最近永續農業陸續展開，有機施肥為有機生產過程之一要項。本文之目的為測定柑橘有機施肥之貢獻度及評估經濟效益與財務效果。選擇主產區椪柑、桶柑、柳橙與文旦四種主要柑橘果農為對象。使用路徑分析與柯布－道格拉斯生產函數進行測定。結果顯示有機施肥的效果貢獻度為2至7％，皆比化學肥料之貢獻度4至20％為低。其中，椪柑與文旦有機施肥經濟與財務效果較佳，但桶柑與柳橙則較差。此外，化學肥料比有機肥料效果高。因此，有機肥料須適量施肥，才更能使柑橘果樹的經營經濟有效。

關鍵詞：效益、柑橘、柯布－道格拉斯生產函數、有機肥料。

前　言

有機農業經營逐漸引起農業產銷各界之重視，一般認為作物生產如能適度施與有機肥料，經過礦化(mineralization)，則可改善土壤物理化學結構，減少土壤破壞、避免環境污染，促進作物生產永續發展。且作物產品品質，如施與有機肥料礦化後轉化為無機物，供植物利用，也可提升產品品質，提高產品價格與銷售量，增加農民收益。

郭鴻裕等四位曾指出[5]本省耕地土壤有機質含量大部份鄉鎮皆增加，有機質含量絕對值增加0.13％至0.26％，增加量顯著。雖然如此，然影響土壤酸化時常發生，其中主要因素之一為施肥措施。尤其在大部分柑園為山坡地果園，鄭正勇[12]曾提出利用調整高碳氮比之腐熟有機物介質，極有助於根系發育，其緩衝能力也較強，有機肥料孕育大量有益微生物，以抑制果園之病原菌及線虫為害，避免生態不平衡。王西華[1]也指出大量進口國外農產品衝擊下，本省農民亦積極轉向生產高品質的農產品。經合理土壤施肥管理做起，以期改善土壤物理性、化學性和生物性，而達到目的。因此，高經濟價值作物(如果樹)的耕地中，有機質肥料的需求量亦逐漸增加。然嚴式清[22]也指出，雞糞主要用於果樹園藝作物，雞糞磷含量特高，果樹作物、園藝作物可能施肥量過多，尤以磷素為甚，果農施肥尚未充分具備植物營養與土壤化學觀念，而牛糞含鉀量較高應予充分利用。文中亦指出，豬、雞、牛三者排泄物之氮、磷、鉀素含量十分可觀，分別相當於台灣地區化學肥料量銷售量之45.5％(N)、173.7％(P_2O_5)及90.1％(K_2O)，而問題在於能否均勻分配而已。謝順景[19]亦指出歐美有機作物產品價格比一般作物產品價格普遍高出三成。

可是有機農業經營中，投入因素佔較主要份量之一的有機肥料，為有機農業重要投入因素，其因素價格高低，影響作物生產成本很大。像常用粗製有機肥料之雞糞一公斤價格4元，袋裝有機肥5.5元，在生產因素之成本中佔相當比率。是否需投入多少量之有機肥料，才達到作物生產之經濟效率。

1.行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2047號。

2.本所農業經濟系研究員兼主任及副研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

尤其，農業生產面臨注重降低生產成本、提高經營效率，提升競爭力之情勢。農業經營中有機肥料之施用，對作物產品品質及農民收益是否有顯著效果。柑橘類生產施用有機肥料，在成本方面是否可再降低，以降低其生產成本、提高經營效率、提升競爭力。基於柑橘有機施肥之理論，實際技術方面皆有相關文獻獲得正面之肯定，至於經濟層面相關研究尚未多見。因此本文擬分別在柑橘有機施肥技術效果與經濟效益方面，評估其成效。在技術效果方面擬採用路徑分析方法探討柑橘產業中，有機施肥之技術效果貢獻度與另外採用邊際分析方法，評估柑橘施有機肥之經濟效率，供各界參考。本文之柑橘包含桶柑、椪柑、柳橙、文旦。

研究方法

一、模式之認定

假設柑橘生產值，由種植面積、勞動力、有機肥施量、化肥施量與農藥材料等其他資本諸因素所影響。

以數學式表示：[24,26]

$$Y = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_3 X_3 + \hat{\beta}_4 X_4 + \hat{\beta}_5 X_5 + \hat{e}_i \quad \text{......(1)}$$

$$令\ Z_0 = \frac{Y-\bar{Y}}{S_0} = \frac{y}{S_0} \qquad Z_{0i} = \frac{X-\bar{X}}{S_i} = \frac{x_i}{S_i} \qquad P_{0i} = \hat{\beta}_i \frac{S_i}{S_0}$$

$$\frac{y}{S_0} = \hat{\beta}_1\left(\frac{x_1}{S_0}\right)\left(\frac{S_1}{S_1}\right) + \hat{\beta}_2\left(\frac{x_2}{S_0}\right)\left(\frac{S_2}{S_2}\right) + \hat{\beta}_3\left(\frac{x_3}{S_0}\right)\left(\frac{S_3}{S_3}\right) + \hat{\beta}_4\left(\frac{x_4}{S_0}\right)\left(\frac{S_4}{S_4}\right) + \hat{\beta}_5\left(\frac{x_5}{S_0}\right)\left(\frac{S_5}{S_5}\right)$$

$$則\ Z_0 = P_{01}Z_{01} + P_{02}Z_{02} + P_{03}Z_{03} + P_{04}Z_{04} + P_{05}Z_{05} + P_{0u}Z_{0u} \quad \text{......(2)}$$

$S_{i,\,i} = 0,...,5$ 爲標準差。

$P_{0i,\,0i} = 01,...,05$ 爲路徑係數(Path Coefficients)。

由(2)式經處理，建立(3)式關係。

$$由矩陣式表示 \begin{pmatrix} 1 & \gamma_{12} & \gamma_{13} & \gamma_{14} & \gamma_{15} \\ \gamma_{21} & 1 & \gamma_{23} & \gamma_{24} & \gamma_{25} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & 1 & \gamma_{34} & \gamma_{35} \\ \gamma_{41} & \gamma_{42} & \gamma_{43} & 1 & \gamma_{45} \\ \gamma_{51} & \gamma_{52} & \gamma_{53} & \gamma_{54} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{01} \\ P_{02} \\ P_{03} \\ P_{04} \\ P_{05} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma_{10} \\ \gamma_{20} \\ \gamma_{30} \\ \gamma_{40} \\ \gamma_{50} \end{pmatrix} \quad \text{......(3)}$$

從下列運算得各自變數效果 P_{0i}。

$$\therefore \begin{pmatrix} P_{01} \\ P_{02} \\ P_{03} \\ P_{04} \\ P_{05} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \gamma_{12} & \gamma_{13} & \gamma_{14} & \gamma_{15} \\ \gamma_{21} & 1 & \gamma_{23} & \gamma_{24} & \gamma_{25} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & 1 & \gamma_{34} & \gamma_{35} \\ \gamma_{41} & \gamma_{42} & \gamma_{43} & 1 & \gamma_{45} \\ \gamma_{51} & \gamma_{52} & \gamma_{53} & \gamma_{54} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \gamma_{10} \\ \gamma_{20} \\ \gamma_{30} \\ \gamma_{40} \\ \gamma_{50} \end{pmatrix} \quad \text{......(4)}$$

又由於

$$1 = \sum_{1}^{5} P_{oi}^{\,2} + P_{0u}^{\,2}$$

所以殘差效果 $P_{0u}=\sqrt{1-\left(\sum_{i=1}^{k}P_{0i}{}^{2}+2\sum_{1\le i<j\le k}P_{0i}P_{0j}\gamma_{ij}\right)}$

式中 γ_{ij} 爲變數之相關係數。

由 $P_{0i}\gamma_{ij}$ 得 X_i 對 Y 之貢獻度。

同時，建立作物柯布－道格拉斯生產函數(Cobb-Douglas production function)，用以測定柑橘投入之生產因素價值，評估其經濟效率。採柑橘產值爲依變數，種植面積、勞動力、有機肥施量、化肥施量與農藥材料等其他資本爲自變數。

柯佈道格拉斯之依變數，原係指產量，由於本文假設有機肥料之施用，對柑橘產品之平均價值可提升，因此依變數改採價值。

模式認定如下：

$$\ln Y=\ln\hat{\alpha}+\ln\hat{\beta}_i\sum_{i=1}^{i=5}X_i+\ln\varepsilon_i \quad\text{(5)}$$

由上式偏微分計算，可得因素之邊際產值(marginal value of production, MVP)。即爲

$$MVP_{Xi}=\frac{\partial Y}{\partial X_i}=\beta_i\times\frac{\overline{Y}}{\overline{X}_i} \quad\text{(6)}$$

式中 $\overline{X}_i$ 與 $\overline{Y}$ 各爲相關變數之平均數。

式中

Y：每戶柑橘產值，單位：元。

X_1：每戶柑橘種植面積，單位：公頃。

X_2：每戶勞動力投入，單位：工。

X_3：每戶有機肥施量，單位：公斤。

X_4：每戶化肥施量，單位：公斤。

X_5：每戶其他農藥等資本投入量，單位：千元。

二、效益評估指標

本文效益評估含經濟效率與財務效果。前者係指所產生之產品邊際產值與資源投入之單位成分價格之比。後者係指所產生之產品邊際產值與資源投入之單位市場價格之比。經濟效率大於 1 表示資源運用充分有效；經濟效率小於 1 表示資源運用尚未充分有效。財務效果大於 1 表示資源投入收益增加；財務效果小於 1 表示資源投入收益減少。

三、資料來源

桶柑樣本農戶 50 戶，平均每戶作物面積 1.31 公頃。

椪柑樣本農戶 66 戶，平均每戶作物面積 1.60 公頃。

柳橙樣本農戶 62 戶，平均每戶作物面積 1.10 公頃。

文旦樣本農戶 34 戶，平均每戶作物面積 1.28 公頃。

以上資料爲 1996 年資料。

結　果

經由統計及測定，本文獲得下列之結果(表 2~ 表 4)，茲按桶柑、椪柑、柳橙與文旦分析如下：

一、桶柑

1996 年桶柑生產平均每公頃產量 16,554 公斤，收入 411,033 元。生產成本之投入，有 250,184 元，

表1. 柑桔生產成本調查樣本地區分佈表

Table 1. Sampling distribution of citrus cost survey by districts

unit ： farms

Prefectures \ Fruit	Tankan	Ponkan	Liucheng	Wentan Pummelos
Yilan	12		3	10
Hsinchu	19			
Miaoli	12	6		
Taichung	7	28		
Nantou			6	5
Yunlin		3	3	
Chiayi		13	25	
Tainan		16	25	6
Taitung				3
Hwalien				7
Sum	50	66	62	34

表2. 柑橘生產成本與收益結構表

Table 2. The structure of costs and revenues of citrus

unit ： NT$ (%)

Items	Tankan	Ponkan	Liucheng	Wentan Pummelos
Plantation	15,694 (5.9)	32,102 (10.8)	22,887 (7.9)	8,658 (3.7)
Labour	164,604 (61.9)	187,047 (62.7)	178,455 (61.9)	137,387 (59.9)
Chemical Fertilizers	32,711 (12.3)	15,231 (5.1)	18,680 (6.5)	13,612 (5.9)
Organic Fertilizers	18,930 (7.1)	16108 (5.4)	19,243 (6.7)	20,865 (9.1)
Others	34,003 (12.8)	47,611 (16.0)	49,259 (17.1)	48,819 (21.3)
Sum	250,184 (100)	298,099 (100)	265,637 (100)	229,341 (100)
Yield	16,554	22,695	21,014	15,042
Revenue	411,033	418,011	503,786	321,419
Net Revenue	160,849	119,912	238,149	62,001

Resource ： id.Table1.

以人工成本爲最多，占61.9％；肥料19.4％，化肥佔12.3％，有機肥佔7.1％(詳見表2)。

桶柑生產經測定結果，生產因素對桶柑產値之影響，以貢獻率表示(表3)，分別爲種植面積44.7％、勞力19.5％、有機肥料2.2％、化學肥料4.6％、其他因素18.5％。由此可知，桶柑產値主要受種植面積影響。而肥料之施用，仍以化肥比有機肥之施用效果高。

其次，根據桶柑生產函數之測定(表4)，有機肥施用桶柑生產每公斤之獲得產品價値爲1.56元，而有機肥之市面售價每公斤4.5元，顯示有機肥料在桶柑生產之投入，經濟效率不高。而化學肥料，每公

表3. 柑橘主要生產因素對產值貢獻分析表

Table 3. Output-value contribution of main factors of citrus

unit：%

Items	Tankan	Ponkan	Liucheng	Wentan Pummelos
Area	44.7	43.4	15.9	26.9
Labour	19.5	8.4	18.9	33.9
Organic Fertilizers	2.2	2.8	6.0	6.7
Chemical Fertilizers	4.6	10.7	10.5	20.4
Other	18.5	13.2	26.7	2.3
Sum	89.5	78.5	78.0	90.2

表4. 柑橘CD生產函數測定參數

Table 4. The estimation coefficients of Cobb-Dogulas production function[z]

Items	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$	R^2
Tankan	8.7353* (0.9756)	0.2092 (0.1335)	0.3587* (0.1979)	0.0202 (0.0161)	0.17541 (0.1169)	0.2607* (0.1144)	0.82
Ponkan	10.5977* (0.7682)	0.6014* (0.1190)	0.2498* (0.0969)	0.0447 (0.0341)	0.0575 (0.0885)	0.0562 (0.0907)	0.84
Liucheng	9.9295* (0.6407)	0.4554* (0.1246)	0.3644* (0.1237)	0.0217 (0.0167)	0.1135* (0.0667)	0.0927 (0.0653)	0.78
Wentan Pummelos	1.1609 (2.0084)	0.1398 (0.1788)	0.6002* (0.2729)	0.2241 (0.1227)	0.3185* (0.1641)	0.3727* (0.1742)	0.82

*Significant at 5% level.

[z] Figures in parentheses are standard errors.

斤獲得產品價值14.55元。而市面化肥之價格每公斤6.6元，顯示化學肥料經濟上之效率較高(表5)。因此，短期間桶柑生產仍須以化學肥料爲主，有機肥料爲輔。

二、椪柑

1996年椪柑方面平均每公頃產量22,695公斤，收入418,011元。而生產成本之投入，有298,099元，以人工成本最多，占62.7％；而肥料占10.5％，化學肥料占5.1％，有機肥料占5.4％(詳見表2)。

椪柑生產，經測定結果，生產因素投入對產值之影響程度以貢獻率表示(表3)，計種植面積43.4％、勞力8.4％，有機肥料2.8％、化學肥料10.7％、其他資本13.2％。由此可知，化學肥料對椪柑產值之影響比有機肥料高，其他資本之影響則較低。

另外，根據椪柑生產函數之測定(表4)，有機肥每公斤之價值爲4.28元，而市面上有機肥售價每公斤4.5元，顯示有機肥料之經濟效率尚可。而化學肥料，其每公斤之價格爲10.42元，市面化肥之價格每公斤6.6元，顯示化肥之經濟效率較高(表5)。因此，椪柑生產乃應以化學肥料爲主，有機肥料爲輔。

三、柳橙

1996年柳橙生產平均每公頃產量21,014公斤，收入503,786元。生產成本之投入，有265,637元，以人工成本爲最多，占61.9％；肥料13.2％，化肥佔6.5％，有機肥佔6.7％(詳見表2)。

柳橙生產，經測定結果，生產因素對柳橙產值之影響，以貢獻率表示(表3)，分別種植面積15.9％、勞力18.9％、有機肥料6％、化學肥料10.5％、其他因素26.7％。由此可知，柳橙產值主要受勞

表5. 有機肥化肥在主要柑橘生產之效益比較表

Table 5. Benefit indicator of organic fertilizers & chemical fertilizers of main citrus in Taiwan[z]

Items	Tankan	Ponkan	Liucheng	Wentan Pummelos
Values of organic fertilizers	1.56	4.28	2.01	12.24
Prices	4.5	4.5	4.5	4.5
Economic efficiency	0.44	1.21	0.57	3.45
Financial effects	0.35	0.95	0.45	2.72
Values of chemical fertilizers	14.55	10.42	20.20	29.82
Prices	6.6	6.6	6.6	6.6
Economic efficiency	2.2	1.58	3.06	4.52
Financial effects	2.2	1.58	3.06	4.52

[z] The Component price of organic fertilizers was NT$3.46 per kg.

力影響，而肥料之施用，仍以化肥比有機肥之施用有效果。

其次，根據柳橙生產函數之測定(表4)，有機肥施用柳橙生產每公斤之獲得產品價值為2.01元，而有機肥之市面售價每公斤4.5元，顯示有機肥料在柳橙生產之投入，經濟效率不高。而化學肥料，每公斤獲得產品價值20.20元。而市面化肥之價格每公斤6.6元，顯示化學肥料經濟上之效率較高(表5)。因此，短期間柳橙生產施用化學肥料較有機肥料顯著有效。

四、文旦

1996年文旦生產平均每公頃產量15,042公斤，收入321,419元。生產成本之投入，有229,341元，以人工成本為最多，占59.9％；肥料15.0％，化肥佔5.9％，有機肥佔9.1％(詳見表2)。

文旦生產經測定結果，生產因素對文旦產值之影響，以貢獻率表示(表3)，分別為種植面積26.9％、勞力33.9％、有機肥料6.7％、化學肥料20.4％、其他因素2.3％。由此可知，文旦產值主要受勞力影響，而肥料施用，化肥之施用效果，高於有機肥之施用效果。

其次，根據文旦生產函數之測定(表4)，有機肥施用文旦生產每公斤之獲得產品價值為12.34元，而有機肥之市面售價每公斤4.5元，顯示有機肥料在文旦生產之投入，經濟上非常有效率。而化學肥料，每公斤獲得產品價值29.8元。而市面化肥之價格每公斤6.6元，顯示化學肥料經濟上之效率很高(表5)。因此，短期間文旦生產，化學肥料與有機肥料皆經濟有效。

結　　論

柑橘生產有機肥料施用對柑橘產品價值有其貢獻，其貢獻最高有6.7％，最低2.2％。而化學肥料施用對柑橘產品價值的貢獻普遍高於有機肥之貢獻，最高有20.4％，最低4.6％。因此，台灣柑橘生產施肥是以化學肥料為主，有機肥料為輔。

其次，有機肥施用於柑橘之經濟效益，椪柑、文旦柚顯示經濟有效益。因此，要提升椪柑、文旦柚之附加價值，有機肥施用為有效方法之一。而桶柑與柳橙有機肥之施用顯示經濟無效益。因此，有機肥之施用宜適度減少，以降低生產成本。

另外，化學肥料施用於柑橘之經濟效益普遍高於有機肥料之施用效益。因此化肥施用，有效增加柑橘之經濟效益。

有機肥料中，資源運用有效果之有機肥施用值得提倡，尤其是椪柑、文旦柚價值性較高之柑橘產品，經濟效果配合市場的行銷，較易發揮資源利用效果。

討　論

本文柑橘施用有機肥資料只有一年，其效果可能未能完全顯現。如果有連續三年資料，由於有機肥有足夠時間礦化成有效成分肥料，有關有機肥的貢獻，應會比現有數據更高。不過本文資料仍可提供畜產或作物廢棄物利用製成有機肥料，應用於柑橘施肥，提出實證的參考資料。

引用文獻

1. 王西華。1989。農業廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專輯。臺中區農業改良場特刊 16: 217-227。
2. 李文輝。1992。水稻旱作輪作制度與土壤理化性病蟲害發生及作物生產力之關係。臺南區農業改良場編印。
3. 林鴻淇。1990。果樹無機養分的吸收與連接。果樹營養與果園土壤管理研討會專集。台中區農業改良場特刊 20: 1-10。
4. 高德錚。1989。農藝作物有機栽培法之探討。有機農業研討會專集。臺中區農業改良場特刊 16: 117-132。
5. 郭鴻裕、朱戩良、劉滄棽、江志峰。1996。本省農田土壤表土酸鹼值及有機質含量之變化趨勢。土壤肥料通訊第56期。
6. 黃山內。1989。有機農業之發展及其重要性。有機農業研討會專集。臺中區農業改良場特刊 16: 21-30。
7. 連　深、王鐘和。1991。玉米不整地田菁敷蓋省工栽培試驗。農林廳編印。土壤肥料試驗報告。
8. 程永雄、莊明富、杜金池、1993。內生菌根菌 Glomus clarum 應用在洋香瓜生產上之效益評估。中華農業研究 42(1): 74-84。
9. 楊秋忠、趙震慶。1988。作物土壤微生物肥料的應用手冊。
10. 葉美雲。1991。玉米穗軸堆肥三種作物生長的影響。國立臺灣大學農業化學研究所碩士論文。
11. 葉節耀。1990。台灣柑橘營養管理上的主要問題。果樹營養與果園土壤管理研討會專集。台中區農業改良場特刊 20: 353-356。
12. 鄭正勇。1989。果園有機栽培法的探討。有機農業研討會專輯。臺中區農業改良場特刊 16: 113-116。
13. 廖乾華。1995。峨眉地區農民所製造堆肥與利用。台灣農業 31(1): 102-104。
14. 蔡宜峰。莊作權、黃裕銘。1993。一般有機質在土壤中礦化潛能及礦化速率之估算。永續農業研討會專集。臺中區農業改良場編印。
15. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘。1993。有機廢棄物資材對堆肥中 C、N、P、K 成分之影響。第八屆廢棄物處理技術研討會專集。中華民國環境工程學會編印。
16. 蔡宜峰、陳清文。1994。牛糞堆肥化處理及應用效益之研究。臺灣農業 30(4): 54-62。
17. 蔡精強。1994。地區農牧複合經營廢棄資源處理利用效益之個案分析。臺灣農業 30(1): 88-103。
18. 謝順景。1993。臺灣永續農業體系之建立及農業技術之轉移論文集(3)。臺中區農業改良場編印。
19. 謝順景。1989。有機農業產品產銷之探討。有機農業研討會專輯。臺中區農業改良場特刊 16: 251-268。
20. 謝順景、謝慶芳。1995。水稻永續性栽培法。台灣農業 31(1): 105-110。
21. 簡宜裕、吳繼光。1994。微生物肥料之使用及其評估。農藥世界 125: 41-45。
22. 嚴式清。1989。畜牧廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專輯。臺中區農業改良場特刊 16: 229-249。
23. Pindyck, Robert S. & Daniel L. Rubinfeld 1981. "Econometric Models and Economic Forcasts." McGraw-Hill Book Company. PP90-105.
24. Smith, V. Kerry (1993) "Nonmarket Valuation of Enviromental Resources Land Economics." The University of Wisconsin Press. PP 1-26.
25. Stevenson, F. J. 1982. "Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction." Wiley-Interscience, New York.
26. Wonnacott, Thomas H. & Ronald J. Wonnacott. 1984. "Regression: A Second Course in Statistics." John Wiley & Sons. PP 194-202.

The Evaluation of Benefits of Organic Fertilizers Application for Main Citrus in Taiwan[1]

Te-Fang Pan and Light Chie-Yauw Yeh[2]

Summary

In fruit cultivation, organic fertilizers have been applied for improving citrus fruit qualities. Particularly, the sustainable agriculture has been spread out recently, the application of organic fertilizers is one of organic production process. This paper attempts to estimate the economical efficiency as well as the financial effects of organic fertilizer inputs for citrus. The citrus varieties, including Tankan tangor, Ponkan mandarin, Liucheng sweet orange and Wentan Pummelo, were selected for estimation. Path analysis and Cobb-Douglas production function were used. Results showed the effects of organic fertilizers application for citrus trees were between 2 to 7 %, which were less than the rates 4 to 20% of chemical fertilizers. Besides, Ponkan, and Wentan Pummelo showed economic efficient in organic fertilizers application, but Tankan and Liucheng appeared ineffective. In addition, chemical fertilizers suggested more effective than that of the organic ones. Applying organic fertilizers just the right amount may provide efficiency and effects for citrus production.

Key words : Benefits, Citrus, Cobb-Douglas production function, Organic fertilizer.

---

1. Contribution No.2047 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.
2. Researcher and head, and Associate Researcher, Department of Agricultural Economics, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.